



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

3
0 320 762
A2

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: 88120401.0

⑮ Int. Cl. 4: C07F 7/08

⑭ Anmeldetag: 07.12.88

Patentansprüche für folgenden Vertragsstaat: ES.

⑯ Priorität: 18.12.87 DE 3742934

⑰ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.06.89 Patentblatt 89/25

⑱ Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB IT NL

⑲ Anmelder: HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT
Postfach 80 03 20
D-6230 Frankfurt am Main 80(DE)

⑳ Erfinder: Rohrmann, Jürgen, Dr.
Sepp-Herberger-Strasse 17
D-8056 Neufahrn(DE)
Erfinder: Hermann, Wolfgang, Anton, Prof. Dr.
Waldweg 10
D-8051 Giggenhausen(DE)

④ Verfahren zur Herstellung einer chiralen, stereorigiden Metallocen-Verbindung.

⑤ Durch Umsetzung einer Silylindenylverbindung
der Formel II

$[R^1 R^2 Si(indenyl)_2] Me^1_2$ (II) (Me^1 = Alkalimetall)
mit einem Titan-, Zirkon- oder Hafniumtetrahalogenid
erhält man eine chirale, stereorigide Metallocenver-

bindung der Formel I

$[R^1 R^2 Si(indenyl)_2] Me^2 X_2$ (I)

(Me^2 = Ti, Zr, Hf),

welche als fast reines Racemat anfällt und als Kata-
lysatorkomponente für die Polymerisation von 1-Ole-
finen dienen kann.

EP 0 320 762 A2

Verfahren zur Herstellung einer chiralen, stereorigiden Metallocen-Verbindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von chiralen, stereorigiden Metallocen-Verbindungen von Tital, Zirkon und Hafnium.

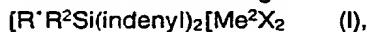
Chirale, stereorigide Metallocen-Verbindungen sind zusammen mit speziellen Cokatalysatoren, wie beispielsweise Aluminoxanen, hochaktive stereospezifische Katalysatoren zur Herstellung von hochisotaktischem Polypropylen. Die chiralen Verbindungen können hierbei als Racemat eingesetzt werden, sie dürfen jedoch nicht als meso-Form vorliegen, da diese Form keine Stereospezifität zeigt.

Es besteht Interesse daran, eine Verbindung des Typs $[(\text{CH}_3)_2\text{Si(indenyl)}_2]\text{ZrCl}_2$ für die Polymerisation von 1-Olefinen zu verwenden. Es war jedoch bislang nicht möglich, eine derartige Verbindung in Form des reinen Racemats zu gewinnen. Bei allen Versuchen wurde stets eine Mischung mit der meso-Form erhalten.

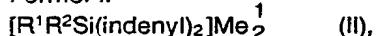
Bekannt sind Katalysatoren, welche aus substituierten Mono-, Di- und Tricyclopentadienyl-Koordinationskomplexen von Übergangsmetallen und Aluminoxanen bestehen (vgl. EP-A 129 368). Sie dienen zur Herstellung von Polyolefinen mit definierter Molmasse. Über die Herstellung der Übergangsmetallkomplexe wird in dieser Druckschrift nichts gesagt.

Nunmehr wurde gefunden, daß man silylverbrückte Metallocen-Verbindungen in nahezu reiner racemischer Form erhält, wenn man ein Alkalialsalz einer Silylindenylverbindung mit einem Titan-, Zirkon- oder Hafniumhalogenid bei einer tiefen Temperatur umsetzt.

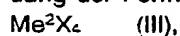
Die Erfindung betrifft somit ein Verfahren zur Herstellung einer chiralen, stereorigiden Metallocen-Verbindung der Formel I



worin R^1 und R^2 gleich oder verschieden sind und eine C_1 -bis C_{20} -Alkylgruppe, eine C_2 -bis C_{20} -Alkenylgruppe, eine C_6 -bis C_{20} -Arylgruppe, eine C_7 -bis C_{20} -Alkylarylgruppe oder eine C_7 -bis C_{20} -Aralkylgruppe bedeuten, Me^1 Titan, Zirkon oder Hafnium ist und X ein Halogenatom bedeutet, dadurch gekennzeichnet, daß eine Verbindung der Formel II



worin R^1 und R^2 die obengenannte Bedeutung haben und Me^1 ein Alkalimetall ist, mit einer Verbindung der Formel III



worin Me^2 und X die obengenannte Bedeutung haben, bei einer Temperatur von -78°C bis $+25^\circ\text{C}$ in einem inerten Lösemittel während 10 bis

1000 min umgesetzt wird.

Für das erfindungsgemäße Verfahren wird eine Silylverbindung der Formel II eingesetzt
 $[\text{R}^1\text{R}^2\text{Si(indenyl)}_2]\text{Me}^1_2 \quad (\text{II}).$

In dieser Formel ist Me^1 ein Alkalimetall, vorzugsweise Lithium. R^1 und R^2 sind gleich oder verschieden und bedeuten C_1 - bis C_{20} -, vorzugsweise C_1 - bis C_6 -Alkyl, C_2 -bis C_{20} -, vorzugsweise C_2 -bis C_6 -Alkenyl, C_6 -bis C_{20} -, vorzugsweise C_6 -bis C_{12} -Aryl, C_7 -bis C_{20} -, vorzugsweise C_7 -bis C_{10} -Alkylaryl, C_7 -bis C_{20} -, vorzugsweise C_7 -bis C_{10} -Aralkyl, insbesondere bedeuten R^1 und R^2 Methyl oder Phenyl. Besonders bevorzugt wird $\text{Li}_2[(\text{CH}_3)_2\text{Si(indenyl)}_2]$ eingesetzt.

Die Verbindung der Formel II wird umgesetzt mit einer Verbindung der Formel III
 $\text{Me}^2\text{X}_4 \quad (\text{III}),$

worin Me^2 Titan, Zirkon oder Hafnium, vorzugsweise Zirkon oder Hafnium, und X ein Halogenatom, vorzugsweise Chlor, sind. Diese Metallhalogenide werden entweder als solche oder als Solvatkomplexe, beispielsweise mit Tetrahydrofuran, verwendet. Die Lösemittel müssen frei von Feuchtigkeit und Sauerstoff sein.

Die Reaktion wird in einem inerten Lösemittel durchgeführt. Geeignete Lösemittel sind aromatische Kohlenwasserstoffe wie beispielsweise Toluol, Xylool, aliphatische Kohlenwasserstoffe wie beispielsweise Hexan, Pentan, oder Ether wie beispielsweise Diethylether, Tetrahydrofuran, Dioxan. Vorzugsweise werden Toluol, Diethylether und Tetrahydrofuran verwendet.

Die Reaktionstemperatur beträgt -78°C bis $+25^\circ\text{C}$, vorzugsweise -40°C bis 0°C .

Die Reaktionszeit beträgt 10 bis 1000, vorzugsweise 60 bis 180 min.

Die Reaktion wird unter Rühren und in einer Inertgasatmosphäre durchgeführt.

Die so erhaltenen ansa-Metallocen-Verbindungen der Formel I



worin R^1 , R^2 , Me^1 und X die oben angegebene Bedeutung haben, können aus aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen sowie etherischen oder halogenhaltigen Lösemitteln umkristallisiert werden. Als besonders günstig erwiesen sich Mischungen aus Chloroform und Hexan.

Das erfindungsgemäße Verfahren weist den Vorteil auf, daß die silylverbrückten Metallocen-Verbindungen in der racemischen Form entstehen und keine oder nur sehr geringe Anteile der meso-Form enthalten. Besonders bei der Verwendung der Komplexe als Katalysatoren, wie zum Beispiel in der Polymerisation von α -Olefinen, ist dies von entscheidender Bedeutung, da nur die racemische,

nicht aber die meso-Form Stereoselektivität zeigt. Während z.B. rac-[C₂H₄(indenyl)₂]TiCl₂ hochisotaktisches Polypropylen liefert, erzeugt dessen meso-Form nur ataktisches Polymer.

Alle nachfolgenden Arbeitsoperationen sind in Inertgasatmosphäre unter Verwendung absolutierter Lösemittel durchgeführt worden.

Beispiel 1

rac-[(Dimethylsilandiyl)bis(η^5 -indenyl)-]**Hafniumdichlorid** (rac-[(CH₃)₂Si(indenyl)₂]HfCl₂)

Eine Lösung von 18,2 g (63,2 mmol) (CH₃)₂Si(indenyl)₂ in 20 cm³ Diethylether und 30 cm³ Hexan wurde bei Raumtemperatur unter Wasserkühlung langsam mit 52 cm³ (130 mmol) einer 2,5 M Hexan-Lösung von Butyllithium versetzt. Man rührte noch ca. 2 h bei Raumtemperatur und filtrierte den farblosen Niederschlag über eine Glasfritte ab. Nach mehrmaligem Waschen mit Hexan und anschließender Trocknung im Ölpumpenvakuum erhielt man 20,5 g eines farblosen Pulvers, das ca. 85 Gew.-% Li₂[(CH₃)₂Si(indenyl)₂] enthielt (Etherat-Komplex; 92 % d.Th.).

Eine Suspension von 5,40 g (11,5 mmol) HfCl₄•2THF in 80 cm³ Diethylether wurde bei -78 °C mit 4,76 g (13,5 mmol) des Dilithiumsalzes versetzt. Man ließ die Reaktionsmischung unter Röhren langsam auf Raumtemperatur erwärmen, wobei ab ca. -30 °C eine rasche Gelbfärbung einsetzte. Nach 1 h bei Raumtemperatur wurde die Lösung über eine Glasfritte filtriert. Der hellbraune Rückstand wurde mit insgesamt 30 cm³ Chloroform extrahiert. Die orangefarbene Lösung wurde bis zur beginnenden Kristallisation eingeeengt. Diese wurde bei -35 °C und Zusatz von Hexan vervollständigt. Insgesamt ließen sich 2,0 g (32 %) rac-[(CH₃)₂Si(indenyl)₂]HfCl₂ in Form orangegelber Kristalle isolieren, die sich bei einer Temperatur über 100 °C allmählich zersetzen.

¹H-NMR-Spektrum (CDCl₃): 7,00-7,57 (m,8,Arom.-H), 6,81 (d,2, β -C₅H₂), 6,04 (d,2, α -C₅H₂), 1,11 (s, 6, Si(CH₃)₂).

Beispiel 2

rac-[(Dimethylsilandiyl)bis(η^5 -indenyl)-]**Zirkondichlorid** (rac-[(CH₃)₂Si(indenyl)₂]ZrCl₂)

1,35 g (3,60 mmol) ZrCl₄•2THF und 1,40 g (3,96 mmol) Li₂[(CH₃)₂Si(indenyl)₂]] wurden in 40 cm³ Diethylether analog Beispiel 1 umgesetzt und aufgearbeitet. Man erhielt 350 mg (22 %) rac-[(CH₃)₂Si(indenyl)₂]ZrCl₂ als orange Kristalle, die sich bei einer Temperatur über 130 °C allmählich zersetzen.

¹H-NMR-Spektrum (CDCl₃): 7,04-7,60 (m,8,Arom.-H), 6,91 (d,2, β -C₅H₂), 6,08 (d,2, α -C₅H₂), 1,12 (s,6,Si(CH₃)₂).

Beispiel 3

rac-[(Methylphenylsilandiyl)bis(η^5 -Indenyl)-]**Hafniumdichlorid** (rac-[(CH₃)(C₆H₅)Si(indenyl)₂]-HfCl₂)

Eine Lösung von 4,60 g (13,12 mmol) (CH₃)(C₆H₅)Si(indenyl)₂, hergestellt aus Indenyllithium und Methylphenyl-dichlorsilan, in 10 cm³ Diethylether und 20 cm³ Hexan wurde bei Raumtemperatur unter Wasserkühlung langsam mit 12 cm³ (30 mmol) einer 2,5 M Hexan-Lösung von Butyllithium versetzt. Man rührte noch 30 min bei Raumtemperatur und entfernte das Lösemittel unter verminderter Druck. Der hellbraune Rückstand wurde im Ölpumpenvakuum bei 40 °C getrocknet und in 30 cm³ Hexan aufgenommen. Die bräunliche Suspension wurde über eine Glasfritte filtriert. Der hellbraune Rückstand wurde mit Hexan gewaschen und im Ölpumpenvakuum getrocknet. Man erhielt 5,25 g eines beigefarbenen Pulvers, das 90 Gew.-% Li₂[(CH₃)(C₆H₅)Si(indenyl)₂] enthielt (Etherat-Komplex; 99 % d.Th.).

Eine Suspension von 5,10g (11,0 mmol) HfCl₄•2THF in 100 cm³ Diethylether wurde bei -78 °C mit 5,25 g (13,0 mmol) des Dilithio-Salzes versetzt. Man ließ die Reaktionsmischung innerhalb 10 h auf Raumtemperatur erwärmen und filtrierte sie über eine Glasfritte ab. Der rotbraune Rückstand wurde mit 60 cm³ Diethylether gewaschen. Die vereinigten orangegelben Filtrate wurden unter verminderter Druck zur Trockne eingeeengt. Der verbliebene orangegelbe Rückstand wurde in Toluol aufgenommen. Nach dem Filtrieren und Eindampfen in Vakuum erhielt man 3,1 g (47 % d.Th.) rac-[(CH₃)(C₆H₅)Si(indenyl)₂]HfCl₂ als gelbes Pulver.

¹H-NMR-Spektrum (CDCl₃): 6,6-8,1 (m,13,Arom.-H), 6,8-6,9 (m,2, β -C₅H₂), 6,10 und 6,16 (2xd,2, α -C₅H₂), 1,21 (s,3,SiCH₃).

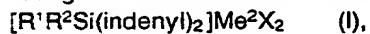
Beispiel 4

Eine Lösung von 5,60 g (19,4 mmol) (CH₃)₂Si(indenyl)₂ in 100 cm³ THF wurde bei Raumtemperatur unter Wasserkühlung langsam mit 15,5 cm³ (38,7 mmol) einer 2,5 M Hexan-Lösung von Butyllithium versetzt, wobei eine Dunkelrotfärbung ein-

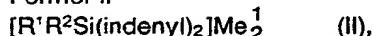
setzte. Nach 30 min Rühren bei Raumtemperatur wurde die so bereitete Lösung des Dilithio-Salzes bei 0 °C zu einer Suspension von 7,20 g (19,0 mmol) ZrCl₄•2THF innerhalb 6 h zugetropft. Man engte den Ansatz bis zur beginnenden Kristallisation ein, ließ noch weitere 2 h röhren und kühlte auf -35 °C. Der orangefarbene Niederschlag wurde auf einer Glasfritte abfiltriert und aus Chloroform umkristallisiert. Man erhielt 1,50 g (17 % d.Th.) rac-[$(CH_3)_2Si(indenyl)_2]ZrCl_2$ als orangefarbene Kristalle.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer chiralen, stereorigiden Metallocen-Verbindung der Formel I



worin R¹ und R² gleich oder verschieden sind und eine C₁- bis C₂₀-Alkylgruppe, eine C₂- bis C₂₀-Alkenylgruppe, eine C₆- bis C₂₀-Arylgruppe, eine C₇- bis C₂₀-Alkylarylgruppe oder eine C₇- bis C₂₀-Aralkylgruppe bedeuten, Me² Titan, Zirkon oder Hafnium ist und X ein Halogenatom bedeutet, dadurch gekennzeichnet, daß eine Verbindung der Formel II

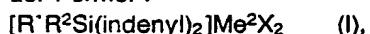


worin R¹ und R² die obengenannte Bedeutung haben und Me¹ ein Alkalimetall ist, mit einer Verbindung der Formel III



worin Me² und X die obengenannte Bedeutung haben, bei einer Temperatur von -78 °C bis +25 °C in einem inerten Lösemittel während 10 bis 1000 min umgesetzt wird.

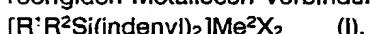
2. Chirale, stereorigide Metallocen-Verbindung der Formel I



worin R¹ und R² gleich oder verschieden sind und eine C₂- bis C₂₀-Alkenylgruppe, eine C₆- bis C₂₀-Arylgruppe, eine C₇- bis C₂₀-Alkylarylgruppe oder eine C₇- bis C₂₀-Aralkylgruppe bedeuten, Me² Titan, Zirkon oder Hafnium ist und X ein Halogenatom bedeutet.

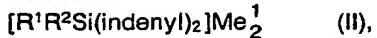
Patentanspruch für folgenden Vertragsstaat: ES

1. Verfahren zur Herstellung einer chiralen, stereorigiden Metallocen-Verbindung der Formel I



worin R¹ und R² gleich oder verschieden sind und eine C₁- bis C₂₀-Alkylgruppe, eine C₂- bis C₂₀-Alkenylgruppe, eine C₆- bis C₂₀-Arylgruppe, eine C₇- bis C₂₀-Alkylarylgruppe oder eine C₇- bis C₂₀-Aralkylgruppe bedeuten, Me² Titan, Zirkon oder Hafnium ist und X ein Halogenatom bedeutet, dadurch gekennzeichnet, daß eine Verbindung der

Formel II



worin R¹ und R² die obengenannte Bedeutung haben und Me¹ ein Alkalimetall ist, mit einer Verbindung der Formel III



worin Me² und X die obengenannte Bedeutung haben, bei einer Temperatur von -78 °C bis +25 °C in einem inerten Lösemittel während 10 bis 1000 min umgesetzt wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

0 320 762
A3

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

㉑ Anmeldenummer: 88120401.0

㉓ Int. Cl.⁵: C07F 7/08

㉒ Anmelddatag: 07.12.88

㉔ Priorität: 18.12.87 DE 3742934

㉕ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.06.89 Patentblatt 89/25

㉖ Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB IT NL

㉗ Veröffentlichungstag des später veröffentlichten
Recherchenberichts: 31.10.90 Patentblatt 90/44

㉘ Anmelder: HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT
Postfach 80 03 20
D-6230 Frankfurt am Main 80(DE)

㉙ Erfinder: Rohrmann, Jürgen, Dr.
Sepp-Herberger-Strasse 17
D-8056 Neufahrn(DE)
Erfinder: Hermann, Wolfgang, Anton, Prof. Dr.
Waldweg 10
D-8051 Giggenhausen(DE)

㉚ Verfahren zur Herstellung einer chiralen, stereorigiden Metallocen-Verbindung.

㉛ Durch Umsetzung einer Silylindenylverbindung
der Formel II

$[R^1 R^2 Si(indenyl)_2] Me_2^1$ (II) (Me^1 = Alkalimetall)
mit einem Titan-, Zirkon- oder Hafniumtetrahalogenid
erhält man eine chirale, stereorigide Metallocenver-
bindung der Formel I
 $[R^1 R^2 Si(indenyl)_2] Me^2 X_2$ (I)
(Me^2 = Ti, Zr, Hf),
welche als fast reines Racemat anfällt und als Kata-
lysatorkomponente für die Polymerisation von 1-Ole-
finen dienen kann.

EP 0 320 762 A3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 12 0401

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
Y	WO-A-8 703 604 (EXXON CHEMICAL PATENTS, INC.) * Seite 7, Zeile 7 - Seite 9, Zeile 31; Anspruch 7 * ---	2	C 07 F 17/00 // C 08 F 4/64
Y	COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRE DES SEANCE DE L'ACADEMIE DES SCIENCES, Band 267, Nr. 6, Serie C, 5. August 1968, Seiten 467-470, Paris, FR; E. MARECHAL et al.: "Préparation et polymérisation cationique du diméthyl di-(indényl-I.I') silane" * Seite 467 * ---	1,2	
Y	"Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie", achte völlig neu bearbeitete Auflage, Teil 2, 1980, Seiten 223-232, Springer-Verlag, Berlin, DE; U. THEWALT: "Titan-organische Verbindungen" * Seite 227, Beispiele 3,25 * -----	1	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.4) C 07 F 17/00 C 08 F 4/00

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	22-06-1990	DAY G.J.

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

- X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
- Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
- A : technologischer Hintergrund
- O : nichtschriftliche Offenbarung
- P : Zwischenliteratur

- T : der Erfundung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
- E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
- L : aus andern Gründen angeführtes Dokument
- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument